

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 19 » декабря 20 19 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 180 (5)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Материалы и технологии волоконной оптики  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины:

Состоит в изучении физических основ нанотехнологий, применяемых при изготовлении устройств фотоники и оптоинформатики, и использованием их в волоконной оптике.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет следующие профессиональные компетенции:

-Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач (ПК-1,2).

-Способен согласовывать выбор технологического оборудования совместно с профильными специалистами организации с учетом особенностей нанотехнологических процессов, а также надежности, ремонтнопригодности, доступности сервиса производителя и поставок запчастей (ПК-1.1).

- Способен выбирать базовые варианты технологии производства приборов фотоники с учетом доступности и целесообразности их реализации в условиях организации (ПК-1.2).

Задачи дисциплины:

- Приобретение знаний о физических основах нанотехнологий, применяемых при изготовлении устройств фотоники и оптоинформатики.
- формирование умения исследовать основные физико-химические свойства оптических волокон и кристаллов, использовать методы для решения задач волоконной оптики
- формирование навыков применения методики прогнозирования оптических параметров новых волоконных материалов и приборов.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом изучения дисциплины являются следующие объекты:

- Физические основы нанотехнологий применяемые в элементах, приборах, устройствах волоконной оптики, устройствах фотоники и оптоинформатики.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Способен согласовывать выбор технологического оборудования с учетом особенностей нанотехнологических процессов	Знает физические принципы работы, базовые технологические процессы и технологическое оборудование для производства приборов квантовой электроники и фотоники на основе наноструктурных материалов	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Способен собирать информацию о технологическом оборудовании для производства приборов фотоники на основе наноструктурных материалов	Умеет собирать информацию о возможных моделях технологического оборудования для производства приборов квантовой электроники и фотоники на основе наноструктурных материалов	Экзамен
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Знает технологическое оборудование для производства приборов фотоники на основе наноструктурных материалов	Владеет навыками согласования окончательного выбора оборудования со специалистами технологических процессов	Экзамен
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	Способен использовать базовые технологические процессы при производстве наноструктурированных материалов и приборов фотоники	Знает базовые технологические процессы, используемые при производстве наноструктурированных материалов и приборов фотоники по результатам патентного поиска, обзора научно-технической информации и статистическим данным потребителей приборов	Экзамен
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	Способен систематизировать научно-техническую информацию в области наноструктурных материалов	Умеет анализировать состояние научно-технической проблемы, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию по теме исследований в области наноструктурных материалов	Экзамен
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	Способен выбирать оптимальные варианты технологических процессов и оборудования для производства приборов фотоники	Владеет навыками подбора оптимальных вариантов технологических процессов и оборудования для производства приборов фотоники с точки зрения возможности внедрения новых, оптимизации имеющихся технологических процессов и возможности обновления парка оборудования предприятия	Экзамен

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72		72
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	28		28
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36		36
- контроль самостоятельной работы (КСР)	8		8
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72		72
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36		36
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180		180

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
2-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
физические основы нанотехнологий фотоники	14	0	18	36
<p>Раздел I Физические основы нанотехнологий фотоники</p> <p>тема1 Нанофотоника и оптоинформатика 2 час. Задачи и направления нанофотоники.оптические наноструктуры и их свойства.</p> <p>тема2 источники излучения 2час Полупроводниковые наноструктуры и наноустройства.Квантово-размерные лазеры.</p> <p>тема3 Фотоприемники 2 час Полупроводниковые детекторы фотонов для оптичеих приемников.Солнечные фотоэлементы.</p> <p>тема4 Модуляторы света 2час Электрооптические модуляторы.Магнитооптические модуляторы. Акустооптические модуляторы.пространственные модуляторы.</p> <p>тема5 Оптика неоднородных сред 2 час Технология изготовления и применения световодов. Специальные волноводы с наночастицами. Технология интегральной оптики</p> <p>тема6 Волоконно-оптические системы связи 2 час Волноводные оптические усилители и лазеры легированные редкими землями.</p> <p>тема7 Технологии наноплазмоники 2 час Устройства наноплазмоники. Оптические плазмонные метаматериалы. Метаповерхности.Волновое обтекание поверхности.</p>				
физические основы нанотехнологий оптоинформатики	14	0	18	36
<p>Раздел II Физические основы нанотехнологий оптоинформатики</p> <p>тема 8 Технологии оптической записи, хранения и считывания информации.2 час Оптические элементы памяти. голографические элементы памяти. сегнетоэлектрические энергонезависимые запоминающие устройства.</p> <p>тема 9 Оптические технолгии в вычислительной технике 2час. Оптические логические устройства на основе оптической бистабильности. Коммерческий оптический компьютер EnLight 256.Оптические нейросетевые компьютеры. Программа Нейронет.</p> <p>тема 10 Квантовые технологии 3 час Постулаты квантовой механики.Квантовая суперпозиция . Получение запутанных квантовых состояний. экспериментальная проверка неравенств Белла. квантовая коммуникация.</p> <p>тема 11 Квантовые вычисления и операции 4 час</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Кубиты. Квантовые вентили. квантовые вычисления. квантовая телепортация состояний. тема 12 Квантовый компьютер 2 час Структура Квантового компьютера. квантовые компьютеры на различной физической основе. Заключение 1 час				
ИТОГО по 2-му семестру	28	0	36	72
ИТОГО по дисциплине	28	0	36	72

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Фотонные кристаллы и фотонные фракталы 2 час
2	Полупроводниковые вертикально излучающие лазеры, случайные лазеры 2 час
3	Солнечные фотоэлементы. характеристики. устройство. 2 час
4	Сравнение характеристик Электрооптических, магнитооптических, акустооптических модуляторов света 2 час
5	Специальные волноводы Фокон, Градан. Сельфок. 2 час
6	Элементы волоконно-оптических систем связи. 2 час
7	Плазмонный нанолазер, теория и конструкция. 2 час
8	Метаматериалы. Расчет прохождения поверхностных плазмонов 2 час
9	Метод волнового обтекания поверхности 2 час
10	Бистабильные оптические устройства 2 час
11	Голографические элементы памяти 2 час
12	Оптические логические устройства на основе оптической бистабильности 2 час
13	неравенства Белла. Эксперимент Аспе. Получение запутанных квантовых состояний 2 час
14	Квантовые биты (кубиты). Однокубитовые вентили. 2 час
15	Логические элементы действующие на два кубита. 2 час
16	теорема о запрете клонирования. Квантовая телепортация состояний. 2 час
17	Фазовая декогеренизация кубита. 2 час
18	квантовые компьютеры на различной физической основе. Пример NV-центры. 2 час.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Кирчанов В. С. Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие / В. С. Кирчанов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2016.	15
2	Т. 2. - Долгопрудный: , Интеллект, 2012. - (Оптика и фотоника. Принципы и применения : учебное пособие : в 2 т. : пер. с англ.; Т. 2).	5
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Т. 2. - Долгопрудный: , Интеллект, 2012. - (Оптика и фотоника. Принципы и применения : учебное пособие : в 2 т. : пер. с англ.; Т. 2).	5
<b>2.2. Периодические издания</b>		

1	Оптический журнал : научно-технический журнал / Государственный оптический институт им. С. И. Вавилова; Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики; Оптическое общество им. Д.С. Рождественского. - Санкт-Петербург: ГОИ им. С.И. Вавилова, 1931 - .	
2	Фотоника : научно-технический журнал / Техносфера; Лазерная ассоциация; журнал Photonik и AT-Fachverlag GmbH. - Москва: Техносфера, 2007 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Кирчанов В.С. Наноматериалы и нанотехнологии	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3863">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3863</a>	локальная сеть; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>



Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Комплект мультимедийного оборудования, ауд. 253 гл. корп.	1
Лекция	Операционная система и комплект офисных программ: MS Windows 10, MS Office Professional 2007, DR Web Антивирус	1
Практическое занятие	Комплект мультимедийного оборудования, ауд. 253 гл. корп.	1
Практическое занятие	Операционная система и комплект офисных программ: MS Windows 10, MS Office Professional 2007, DR Web Антивирус	1

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	Фотоника и оптоинформатика
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Материалы и технологии волоконной оптики
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Магистр»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Общая физика
<b>Форма обучения:</b>	Очная

**Курс: 1**

**Семестр: 2**

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану:	5	3E
Часов по рабочему учебному плану:	180	ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 1 семестр

Пермь 2019

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (2-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, практических занятий и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
3.1 Знает физико-химические свойства оптических стекол и кристаллов, включая нанокристаллы				КР1		ПЗ
3.2 знать основные процессы получения оптических волокон и приборов на их основе		ТО1				ТВ
3.3 знать новые технологии получения различных оптических волокон	С1					ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
У.1 уметь определять методы и средства решения проблем возникающих при получении оптических волокон и устройств на их основе		ТО2				ПЗ
У.2 ОПК-1 Б1.ДВ.04.-у1- Умеет определять физические и химические и параметры оптических волокон и оптических наноматериалов.				КР2		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
В.1 владеть методиками решения задач, волоконной оптики, возникающих в устройствах фотоники и оптоинформатики						КЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача

(индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучающегося и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний,

освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Физические основы нанотехнологий фотоники», вторая КР – по модулю 2 «Физические основы нанотехнологий оптоинформатики».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Лазеры и усилители на квантовых точках.
2. Фотонные кристаллы.
3. Нанолазер на поверхностных плазмонах.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Оптические элементы памяти.
2. Кубиты. Примеры квантовых вентиляей
3. Получение запутанных квантовых состояний фотонов.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.2.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

##### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Основные источники излучения в фотонике. Полупроводниковые лазеры.
2. Фоточувствительные приборы с зарядовой связью. Модуляторы света.
3. Оптика неоднородных сред. Волоконные световоды. Мутные среды.
4. Нанолазер на поверхностных плазмонах(спейзер).
5. Оптические элементы памяти. Голографические элементы памяти.
6. Оптические процессоры обработки информации.
7. Квантовые технологии вычислений. Кубиты. Структура квантового компьютера.

##### **Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных**

### умений:

1. Конструкция вертикально излучающих полупроводниковых лазеры.
2. Представить схему эрбиевого волоконного усилителя в обратном направлении.
3. Построить график показателя преломления для безоболочечного световода «сельфок»  $n(r) = n_0(1 - g^2 r^2)$ .
4. Определите квантовую эффективность фотоприемника на GaAs по формуле  $\eta = (1-R) \zeta [1 - \exp(-\alpha d)]$ , если оптический коэффициент отражения  $R=0,4$ , доля электронно-дырочных пар в токе приемника  $\zeta=0,9$ , коэффициент поглощения материала  $\alpha=10^4 \text{ см}^{-1}$ , толщина области фотоприемника  $d=10^{-4} \text{ см}$ .
5. Квантовый бит, называемый кубитом, находится в состоянии  $|\psi\rangle = a|0\rangle + b|1\rangle$ , где  $|a|^2 + |b|^2 = 1$ ,  $a, b \in \mathbb{C}$ . если  $a = \frac{4}{5}$ ,  $b = \frac{3}{5}$ , вычислить вероятность нахождения кубита в состоянии  $|0\rangle$  или в состоянии  $|1\rangle$ . (ответ 64%, или 36%).

### Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Предложить схему оптической линии связи между двумя компьютерами.
2. Рассмотреть конструкцию пространственно-временного модулятора на электрооптическом эффекте.
3. Перечислить основные элементы оптического компьютера.
4. Принцип работы квантового компьютера на основе ядерного магнитного резонанса.
5. Наноплазмонные устройства.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

Типовой билет по дисциплине

«Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики»

### Билет №3

1. Приемники излучения. Приборы с зарядовой связью (ПЗС) и фоточувствительные приборы с зарядовой связью (ФПЗС), (проверяются усвоенные знания).
2. Построить график показателя преломления для безоболочечного световода «сельфок»  $n(r) = n_0(1 - g^2 r^2)$ . (проверяются усвоенные умения).
3. Перечислить основные элементы оптического компьютера для обработки оптической информации. (проверяются приобретенные владения).

Перечень типовых с заданий для проверки умений и владений представлен в приложении 1. *Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.*

### **2.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются следующие критерии.

$$OЗ = 0,5 \cdot OЗА + 0,5 \cdot OЗР ,$$

где OЗ – общая оценка уровня сформированности знаний, OЗА – оценка знаний при ответах на экзамене, OЗР – средняя оценка знаний при рубежных

тестированиях, (Все оценки – по 4-хбалльной шкале: 2,3,4,5).

$$OU = 0,5 \cdot OUA + 0,5 \cdot OUI,$$

где OU – общая оценка уровня сформированности умений, OUA – оценка умений по итогам экзамена, OUI – оценка умений по итогам выполнения лабораторных работ.

$$OB = 0,5 \cdot OBA$$

где OB – общая оценка уровня сформированности владений, OBA – оценка владений по итогам собеседования на экзамене,

Итоговая оценка по дисциплине ОД выставляется по следующей формуле (с округлением до ближайшего целого):

$$OD = 0,6 \cdot OZ + 0,2 \cdot OU + 0,2 \cdot OB.$$

### **Критерии оценки заданий**

*Оценка «пять» ставится, если обучающийся осознанно излагает и оценивает суть данной ситуации, с аргументацией своей точки зрения, умеет анализировать, обобщать и предлагает верные пути решения складывающейся ситуации.*

*Оценка «четыре» ставится, если обучающийся понимает суть ситуации, логично строит свой ответ, но допускает незначительные неточности при определении путей решения.*

*Оценка «три» ставится, если обучающийся ориентируется в сущности складывающейся ситуации, но нуждается в наводящих вопросах, не умеет анализировать и не совсем верно намечает пути решения ситуации.*

*Оценка «два» ставится, если обучающийся не ориентируется и не понимает суть данной ситуации, не может предложить путей ее решения, либо допускает грубые ошибки.*